魚　住　　正

カラマツ先枯病について

——特に病原菌の生活史——

Tadashi UOZUMI:

Studies on the Shoot Blight Disease of Larch

With special reference to life history of the causal fungus, *Physalospora laricina* SAWADA

林業試験場研究報告第132号別刷
Reprinted from
BULLETIN OF THE GOVERNMENT FOREST EXPERIMENT STATION No. 132.
Tokyo, Japan
July 1961

カラマツ先枯病*について

—特に病原菌の生活史—

魚　住　正[(1)]

まえがき

この病気は昭和 14〜15 年ごろから北海道南部においてカラマツの新病害として注目されていた。昭和 18 年（1943），林業試験場北海道支場（当時札幌支場）井上元則および北海道大学亀井専次の両氏は函館営林局俄虫営林署苗畑において本病の被害状況を観察し，これを“カラマツ梢枯病”と名づけて病原菌の調査を開始した。

その後，亀井博士は札幌，小樽，苫小牧，釧路等北海道東南部各地で本病をみとめ，*Physalospora* 属菌の1種によるものと判定し，病徴および病原菌の形態について，昭和 24 年度林業試験場北海道支場（当時札幌支場）研究発表会で講演したが，正規の報告は行なわれていない。

このいきさつを全く知らなかつた沢田兼吉氏[8]（1950）は亀井氏とは無関係に，東北地方で採集した資料によつて新たに *Physalospora laricina* sp. nov. を記載し，これに対してカラマツ枝枯病菌と命名した。

昭和 24 年（1949），筆者が北海道大学在学中にたまたま亀井博士のおすすめで本病の研究に着手し，その後林業試験場北海道支場に勤務してからもこれを継続，沢田氏の Type specimen と比較の結果，北海道の“梢枯病”菌は *Physalospora laricina* SAWADA, sp. nov. と全く同一菌であることを明らかにした[9]。

亀井博士はまた，昭和 33 年（1958）6 月，本病罹病枝，葉上に多数の *Macrophoma* 属菌を発見してこれと *Physalospora* 菌との同根関係を予想し，筆者に標本を与えて本菌の生活史の究明をすすめた。

本病の発見当初は北海道東南部および東北地方の一部にのみ見受けられ，被害も単木的に発生する程度で森林病害としての重要性はさほど大きいものではなかつた。しかし近年カラマツ造林地の拡大とともに本病による被害は激増し，福島県以北の東北地方および北海道全域にわたつても認められ，カラマツ育成上最も大きな障害の一つと考えられるにいたつた。筆者が行なつた観察実験の一部はすでに報告[9][10][11]したが，本病の重要性にかんがみ，ここに本研究の大要をとりまとめて報告する。

本研究着手の端緒を与えられ，長期間にわたり親しくご指導をいただいた亀井専次博士に深い敬意を表する。また，故沢田氏の標本調査の機会を与えられ，激励くださつた林業試験場保護部長今関六也氏，本研究に終始有益な助言と指導を与えられ，なお本稿校閲の労をとられた樹病科長伊藤一雄博士，本研究遂行上多大の便宜と助言とをいただいた北海道支場保護部長井上元則博士，同樹病研究室長小野馨技官，林業試験場樹病研究室小林享夫技官，実験資料を恵送下さつた東北支場佐藤邦彦，横沢良憲両技官および函

* 本病の病名は学術的な先命権からいえば“枝枯病”を採用すべきである。しかし，北海道においてはかなり以前から“梢枯病”（さきがれびよう）という名が用いられて通りもよく，また病徴を現わすのに適切な病名と思われる。しかし，“梢枯病”を“さきがれびよう”と訓ずるのはいささか無理であるから，これを“先枯病”に統一しようとする気運にある。

（1）保護部樹病科樹病研究室員

館営林局函館営林署の諸氏に心からお礼を申し上げる。

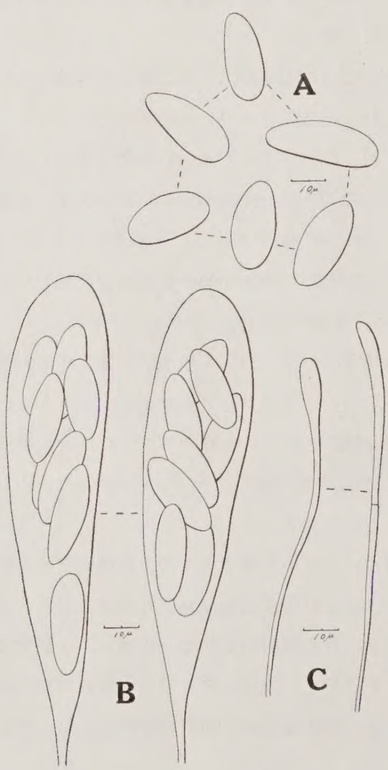
病徴および標徴

本病はカラマツ当年生稚苗から壮齢木の新梢および針葉に発生し，日本カラマツ（*Larix leptolepis*），チョウセンカラマツ（*L. dahurica*），欧州カラマツ（*L. europea*），グイマツ（*L. Kurilensis*），アイノコカラマツ（*L. eurolepis*=*L. leptolepis*×*L. europea* デンマーク産）など各種カラマツ属が侵される。

本病による壮齢木の被害の徴候は新梢が 5〜10 *cm* に伸長したころあらわれ，罹病枝は徐々に褪色し，病患部の収縮，樹脂の漏出，罹病新梢先端の下垂および針葉の萎凋などの徴候をあらわす。罹病枝の針葉は脱落し，わずかに新梢先端およびその患部に数葉を残す程度となる。

このようにして 2〜3 年被害をくり返すときは冠部は被害枝でほうき状になり，成長はほとんど停止して盆栽状となり，ついには枯死する。また当年生から 4〜5 年生幼苗でも同様であるが，枝の組織が柔軟であるため罹病部は著しく陥没し，樹脂を分泌して患部から上は枯死する。このような罹病苗はわずかの風圧などによつて患部から折損し，無頂苗となりやすい（Plate 1)。

このような病徴を示した罹病新梢の表面，罹病枝の基部および罹病針葉上に多数の柄子殻および子嚢殻を生ずる。柄子殻は 5〜6 月，子嚢殻は 10〜11 月ごろ成熟しはじめ表皮面に 1〜2 *mm* の裂開部を生じ，中から黒色針頭大の孔口をあらわす（Plate 1)。



第1図　*Physalospora laricina* Sawada.
A. 子嚢胞子（Ascospores），B. 子嚢および子嚢胞子（Asci and ascospores），C. 束糸（Paraphyses）
（⊔ 10 μ）

病原菌の形態および学名

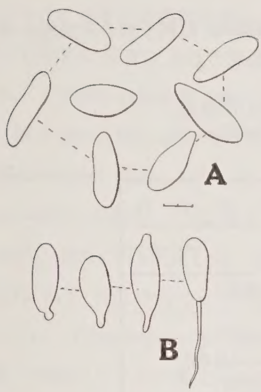
本菌は子嚢殻時代 *Physalospora* のほかに柄子殻時代 *Macrophoma* をもつもので，この両菌の同根関係が立証された（後述)。ここには両時代の形態的特徴を述べる。

1.　***Physalospora***

子嚢殻は球形〜扁球形，表皮下に孤生または2〜3個並生し，殻壁は黒色〜黒褐色，孔口を有し，大きさ 330×440 μ，内に多数の子嚢および側糸を蔵する。子嚢は無色，こん棒状，長さ 131〜142 μ，幅 30〜45 μ，8個の子嚢胞子を有する。子嚢胞子は無色，まれに淡黄緑色，楕円形〜紡錘形，顆粒にとみ，長さ 24.8〜33.6 μ，幅 8.4〜16.8 μ。側糸は無色，糸状，幅 2.8〜3.6 μ，0〜2 個の隔膜を有する（第1図)。

2.　***Macrophoma***

柄子殻は表皮下に生じ，球形〜扁球形，殻壁は黒色〜黒褐色，孔口を有し，針葉上の柄子殻の大きさは 123〜200×176〜210 μ，茎上の柄子殻は 210×245 μ，分生子梗は通直，長さ 3〜7 μ。柄胞子は無色，単胞，



第2図　*Macrophoma* stage of *Physalospora laricina*.
A. 柄胞子 (Pycnospores)
B. 柄胞子の発芽 (Germinating pycnospores)
(⊢ 10 μ)

第1表　子嚢胞子および柄胞子の測定値 (μ)
Measurements (in micron) for dimension of ascospore and pycnospore of *P. laricina*.

	Physalospora	*Macrophoma*
札幌 Sapporo	25.2〜33.6× 8.4〜16.8 (μ)	
函館 Hakodate	31 〜34.1×12.4	22.5〜30 ×7.5〜9
宮城 Miyagi	24.8〜27.9× 9.3〜12.4	24.8〜27.9×6.2〜9.3

楕円形〜紡錘形，長さ 24.8〜30 μ，幅 6.2〜9.3 μ (第2図)。

なお，採集地を異にする本菌の胞子の測定値を第1表にかかげる。

沢田[8]によれば *Physalospora laricina* の形態は「・・・・子嚢殻は表皮下に生じ黒色，球形，直径 368 μ，孔口稍々突出し，径約 60 μ あり，子嚢はこん棒状，頂円頭基部柄となる，無色，大さ 114〜135×22〜26 μ あり，側糸は豊富に存在し，錯綜し，径 3 μ，分岐するものあり，子嚢胞子は楕円形，平滑，無色，大さ 24〜27×13 μ あり」とある。筆者が札幌，函館，宮城の資料からえた *Physalospora* では，分岐した側糸を発見できなかつたほかは沢田の記載ときわめてよく一致した。それで病徴が同一なこととあわせて筆者の菌を *Physalospora laricina* Sawada と同定してさしつかえないものと考える。

カラマツを寄主とする *Macrophoma* は，筆者の調べた範囲では，*Macrophoma sugi* のみで他に記載がないようである。そしてこの菌の子嚢時代はスギ暗色枝枯病菌 *Guignardia cryptomeriae* Sawada であることも明らかにされている[6][7]。*Macrophoma sugi* Hara[2] の柄胞子の大きさは 15〜25×5〜6 μ で筆者の菌よりも小さく，また子嚢殻時代もおのおの異なる。したがつて筆者の *Macrophoma* 菌は *Macrophoma sugi* Hara と一致せず，未記載のものと考えられる (Plate 2)。

病原菌の生活史 ——*Physalospora* と *Macrophoma* の同根関係——

患部に *Physalospora* と *Macrophoma* がしばしば認められることから，これら両者の同根関係を予想，これをたしかめるため次の諸実験を行なつた。

1. 供試資料

本実験に使用した資料は第2表にしめすとおりである。

第2表　供　試　資　料
Data of materials used in the experiment.

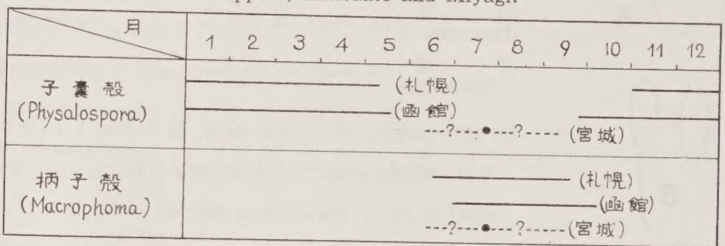
No.	採集地 Locality	寄主 Host	採集月日 Date of collection	備考 Remark
1	札幌市北大苗畑 Sapporo, Hokkaido	*L. leptolepis* *L. europea*	Jan.〜Dec. 1949〜51	毎月2回観察した。
2	宮城県鳴子町 Naruko, Miyagi Pref.	*L. leptolepis*	July, 1958	林試伊藤一雄博士より恵与された。
3	北海道函館営林署 Hakodate, Hokkaido	*L. leptolepis*	Jan.〜Dec. 1959	函館営林署の好意により毎月1回恵送いただいた。

以下資料は（札幌）（函館）（宮城）と記す。

2. ***Physalospora* の子囊殻および *Macrophoma* の柄子殻の成熟期**

筆者が調査した札幌，函館，宮城の *Physalospora* の子囊殻および *Macrophoma* の柄子殻の成熟期を第3表にしめす。

第3表　札幌，函館，宮城における子囊殻および柄子殻の成熟期
Mature perithecium and pycnidium formation of *P. laricina* in Sapporo, Hakodate and Miyagi.



（注）（宮城）は7月1回の資料のみであるが，すでに子囊殻および柄子殻両世代を形成していた。

第3表から推察されるように子囊胞子の完熟期は環境条件によつて影響されるものらしく，宮城県下では7月に，札幌，函館地方ではときには9～10月に認められるが，多くは11月ごろから成熟しはじめて翌春3～5月まで子囊殻中に存在する。すなわち，本菌の越冬は子囊胞子によつて行なわれる。3月中～下旬には空洞の子囊殻が多数みとめられるので，子囊胞子の飛散はこの時期にはじまるものと考えられる。柄胞子は6～9月ごろ罹病枝，葉，とくに罹病葉上（罹病落葉を含む）に多数認められる。柄子殻の成熟と同時に未熟の子囊殻壁内に無色，短桿形，大きさ3～6×1～2μの Spermatia が多数観察される。Spermatia は翌春1～2月ごろまでみとめられるが，多くは11～12月中に Spermogonia は空洞となり Spermatia は消失する（Plate 2)。

3. ***Physalospora* および *Macrophoma* の培養上の性質**

（1）子囊胞子および柄胞子の発芽　完熟した子囊胞子および柄胞子を25°Cの蒸溜水中に保つときは胞子の一端または両端から発芽管を出し，24時間後にはほとんど全部が発芽する。発芽直後に子囊胞子，柄胞子とも1～2個の隔膜を形成することがある。発芽管はきわめてよく成長し，完熟した子囊胞子では蒸溜水，25°C，24時間で650～1,100μにも達する（第2図)。

（2）分離および培養　*Physalospora* の子囊殻および *Macrophoma* の柄子殻の切片から，それぞれ子囊胞子，柄胞子の浮遊液をつくり，あらかじめ用意したペトリ皿内の2%寒天平面培養基に塗布し，発芽後小白金耳でジャガイモ斜面寒天培養基上へ移植し，子囊胞子および柄胞子から単胞子培養を得た。これらの菌叢はいずれも気中菌糸は綿状，ち密で灰白色，ほふく菌糸は灰黒色をしめし，両菌ともきわめてよく類似している。

札幌から得た *Physalospora* の単胞子培養をジヤガイモ寒天，斎藤氏醤油寒天，カラマツ煎汁寒天，トウモロコシ寒天培養基およびアスパラギン加用合成培養基，ペプトン加用合成培養基，ツアペック氏合成培養基に試験管培養した。その結果は斎藤氏醤油寒天，ジヤガイモ寒天培養基で最も良く発育し，約60日後両培養基上に子囊殻の形成がみとめられ，80日後には子囊胞子を確認した。斎藤氏醤油寒天培養基上に形成された子囊胞子は，大きさ10.4～13.0×31.2～33.8μ，自然におけるものと形状，大きさとも全く一致した。

（3）菌糸の発育と温度との関係　函館および宮城の *Physalospora* および *Macrophoma* 両者について，

ジヤガイモ寒天培養基を用いてペトリ皿法によつて菌叢の発育に及ぼす温度の影響を試験した。7日後の結果を第4表にしめす。

第4表から明らかなように *Physalospora*, *Macrophoma* 両菌とも全く同一の傾向を示し，10〜30°C で発育し，0°C および 35°C では発育せず，40°C では死滅した。最適温度は両菌ともに 25°C 付近であつた（Plate 3）。

第4表　菌糸の発育と温度との関係
Effect of temperatures upon the mycelial growth of the fungus.

供試菌 °C	*Physalospora* 函館 Hakodate	*Physalospora* 宮城 Miyagi	*Macrophoma* 函館 Hakodate	*Macrophoma* 宮城 Miyagi
	(*cm*)			
0	+	+	+	+
10	1.4	1.4	+	1.4
15	4.0	4.5	1.2	4.3
20	6.0	6.8	5.1	5.9
25	8.5	8.5	8.5	8.5
28	7.0	5.9	4.7	5.1
30	1.7	1.2	1.2	1.7
35	+	+	+	+
40	—	—	—	—

（4） *Physalospora* と *Macrophoma* の病原性　両菌のカラマツ属に対する病原性を確かめるために次の接種試験を行なつた。

供試菌：函館および宮城の *Physalospora*, *Macrophoma*, 両世代からの培養菌糸（ジヤガイモ寒天，移植1週間）

供試樹種：日本カラマツおよびオウシユウカラマツ（いずれも3年生苗）

実験方法：1年生枝10本に殺菌メスで約 5 *mm* の焼き傷をつけ，この部分に培養菌糸を接種した。殺菌蒸溜水を含んだ脱脂綿で接種部をおおい，セロハンテープでとめ乾燥を防ぐため1日1回蒸溜水で湿らせた。1週間後に脱脂綿などはのぞいた。対照区は接種しないほかは全く同一の処置を行なつた。この実験は昭和34年（1959）6月24日実施し，以後4カ月間観察を行なつた。

実験結果：接種1〜2週間後梢端はやや下垂しはじめ，40日後には自然発病と全く同様の病徴をしめした。接種80日後には接種部付近の樹皮表面に多数の子嚢殻孔口が現われた。120日後これらの切片を鏡検した結果，*Physalospora* の成熟した子嚢殻をみとめた。この形態および再分離した菌叢はともに供試菌と同一の特徴を示した。

供試した *Physalospora* および *Macrophoma* ともに同一の結果をしめし，その間の差は全くみとめられず，また対照区は発病しなかつた（第5表）。しかし *Physalospora* および *Macrophoma* 菌の接種による柄子殻（*Macrophoma*）の形成は確認できなかつた。これは *Macrophoma* 菌の形成が接種後かなり早い時期に行なわれるものと思われ，筆者の不注意による見落としと考えられる。

以上述べた子嚢殻および柄子殻の成熟過程の観察結果，培養比較および接種試験結果から *Macrophoma* と *Physalospora* との間には同根関係があり，すなわち，*Macrophoma* は *Physalospora laricina* Sawada の

第5表　接種試験結果
Results of inoculation experiment.

接種菌	資料	*L. leptolepis* 接種区 (Inoculated)	*L. leptolepis* 対照区 (Check)	*L. europea* 接種区 (Inoculated)	*L. europea* 対照区 (Check)
Physalospora	函館 (Hakodate)	+	−(1)	+	−(2)
	宮城 (Miyagi)	+		+	
Macrophoma	函館 (Hakodate)	+	−	+	−(1)
	宮城 (Miyagi)	+		+	

（注）対照区（　）中の数字は焼き傷による枯損数をしめすが調査中発病はしなかつた。

柄子殻時代（不完全時代）であることが実験的にも証明された。

要　　約

先枯病はカラマツ当年生稚苗から壮齢木の新梢および針葉に発生し，日本カラマツ，欧州カラマツ，グイマツ等各種カラマツ属が侵される。

病原菌の柄胞子は 5〜6 月ごろから成熟しはじめ，10 月ごろまで柄子殻内にみとめられる。子嚢胞子はおもに 11 月ごろから成熟しはじめ，翌春 3〜5 月ごろまで子嚢殻内にみとめられ，すなわち本菌の越冬は子嚢胞子によつて行なわれる。

菌叢は灰黒色を呈し各種培養基上で良好な発育をしめす。菌糸の発育範囲は 10〜30°C，適温は 25°C 付近であつた。

本病原菌 *Physalospora laricina* と罹病枝，葉上に見いだされる *Macrophoma* 菌との同根関係が立証され，*Macrophoma* は *Physalospora laricina* Sawada の不完全時代であることが明らかになつた。

文　　献

1) Fukushi, T.: A willow-canker disease caused by *Physalospora Miyabeana* and its conidial form *Gloeosporium*, Ann. Phytopath. Soc. Japan, 1, 1, (1921) p. 1〜11

2) 原　摂祐：樹病学各論，(1923) p. 219

3) Itô, K. and Kobayashi, T.: *Physalospora paulowniae* sp. nov. causing a die-back of the *Paulownia* tree and its conidial stage, *Macrophoma*. Bull. Gov. Forest Exp. Sta., **49**, (1951) p. 79〜88

4) 伊藤一雄：林木の耐病性，(1959) p. 77〜79

5) 亀井専次：カラマツの病害と腐朽，北方林業叢書，(1956) p. 12〜13

6) 小林享夫：スギ暗色枝枯病菌の生活環，日林誌，**38**, 1, (1956) p. 16〜19

7) ―――：スギ暗色枝枯病に関する研究，林試研報，**96**, (1957) p. 17〜36

8) 沢田兼吉：東北地方に於ける針葉樹の菌類　IIスギ以外の針葉樹の菌類，林試研報，**46**, (1950) p. 126〜130

9) 魚住　正：カラマツ梢枯病について，林試札幌支場，昭27研究発表会講演集，(1953) p. 116〜117

10) ―――：北海道におけるカラマツ梢枯（枝枯）病について，森林防疫ニュース，**7**, (1958) p. 156〜158

11) ―――：カラマツ先枯病菌の研究（予報）本菌の生活史について，70 回日林講，(1960) p. 340〜341

12) 横沢良憲・村井三郎：欧州カラマツ，日本カラマツおよび合の子カラマツにおける枝枯病（*Physalospora laricina* Sawada）の罹病状況について，68 回日林講，(1958) p. 254〜256

13) ―――：カラマツ先枯病（*Physalospora laricina* Sawada）に関する研究（第 2 報），69 回日林講，(1959) p. 362〜363

14) 横田俊一：北海道におけるカラマツさき枯病，北方林業，**142**, (1961) p. 20〜26

図 版 説 明 (Explanation of plates)

Plate 1

A and B: 本病によるカラマツの罹病枝

Blighted shoots of larch.

C : 罹病新梢　× 2

The new shoot of larch attacked by *Physalospora laricina* SAWADA.

D and E: 罹病枝上に形成された子嚢殻の裂開部　× 3

Blighted shoot of larch producing perithecia of *P. laricina*.

Plate 2

A and B: 罹病枝に形成された子嚢殻 (s) *P. laricina* の Spermogonium.　×150

Perithecia of *P. laricina* formed on larch.

(s) : Spermogonium of *P. laricina*.

C : Spermatia を生じている若い子嚢殻　×150

Young perithecium of *P. laricina* having abundant spermatia formed on larch.

D : *P. laricina* の子嚢および子嚢胞子　×400

Ascus and ascospores of *P. laricina*.

E : 罹病枝に形成された柄子殻（*Macrophoma* 時代）　×200

Pycnidium of *Macrophoma* stage of *P. laricina* formed on larch.

F : 柄胞子　×300

Conidia of *Macrophoma* stage of *P. laricina*.

Plate 3

菌叢の発育と温度との関係（7日後）

H-P : (函館) の子嚢胞子から分離した培養菌糸

H-M : (函館) の柄胞子から分離した培養菌糸

Mycelial colonies of the fungus on potato agar at various temperatures after 7 days.

H-P : Isolate from ascospore of *Physalospora* collected in Hakodate.

H-M : Isolate from pycnospore of *Macrophoma* collected in Hakodate.

Studies on the Shoot Blight Disease of Larch.
With special reference to life history of the causal fungus,
***Physalospora laricina* SAWADA.**

Tadashi Uozumi

(Résumé)

The disease causing shoot blight of larch has been observed in young plantations and nurseries in Hokkaido and Tohoku Districts, the northern part of Japan. The causal fungus of the disease was identified by the writer as *Physalospora laricina* Sawada.

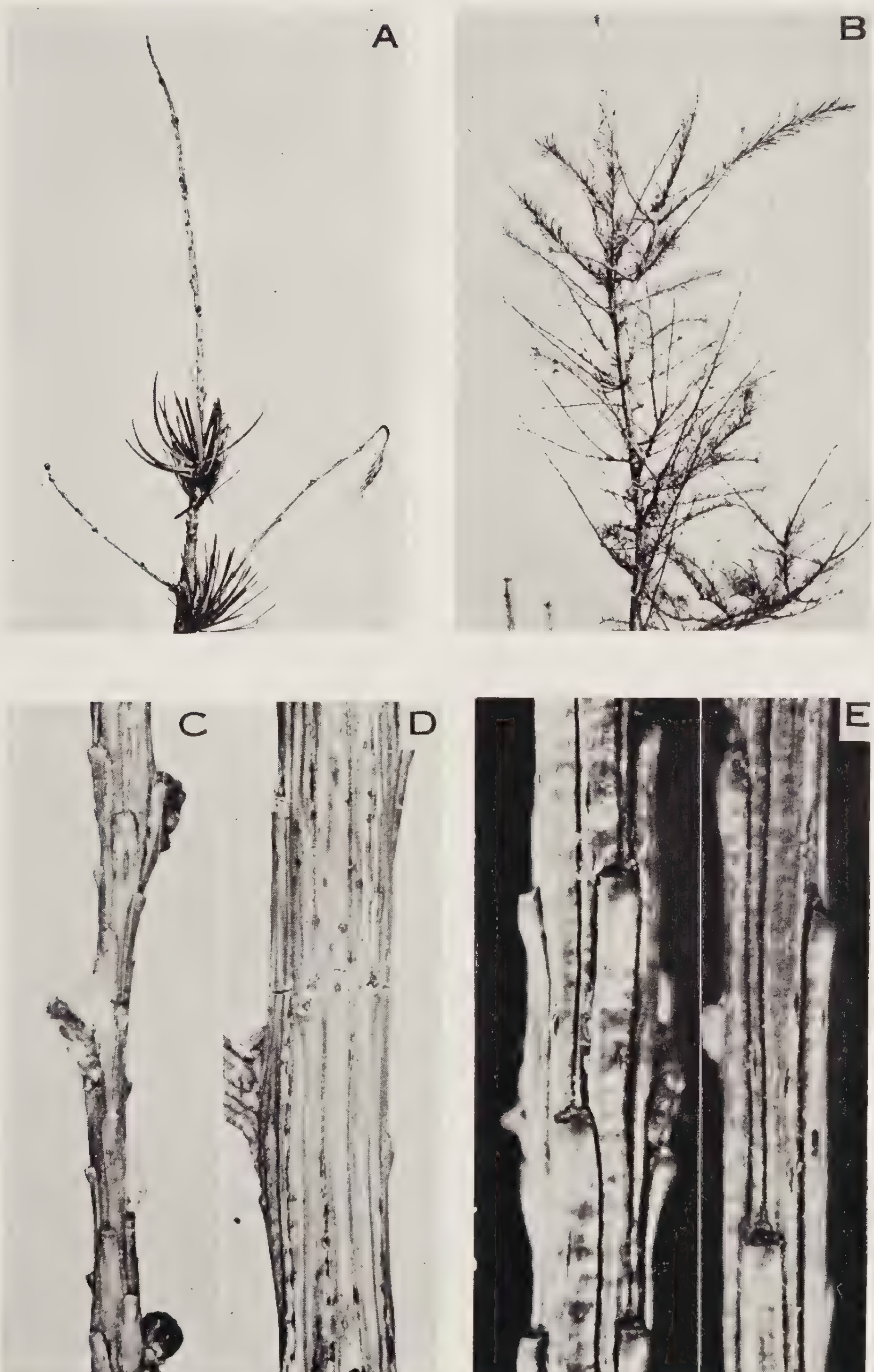
The disease occurs on shoots and needles of various species of the genus *Larix* as follows: *L. leptolepis*, *L. europea*, *L. kurilensis* and *L. eurolepis* (*L. leptolepis* × *L. europea*). Affected shoots wither and die within a month after infection. Needles on the diseased shoot drop off. Small black pustules, the fruit-body of the causal fungus, appear on the surface of the diseased shoot. Mature pycnospore are commonly formed during spring to autumn and mature ascospores during autumn to the following spring.

Macroscopic appearances of four isolates, two from ascospore of *Physalospora* and others from pycnospore of *Macrophoma*, in plate cultures were quite similar to each other. All isolates develop well on potato-sucrose agar and Saito's soy agar. After 80 days, fruit-bodies of *Physalospora* stage were formed on these agar media.

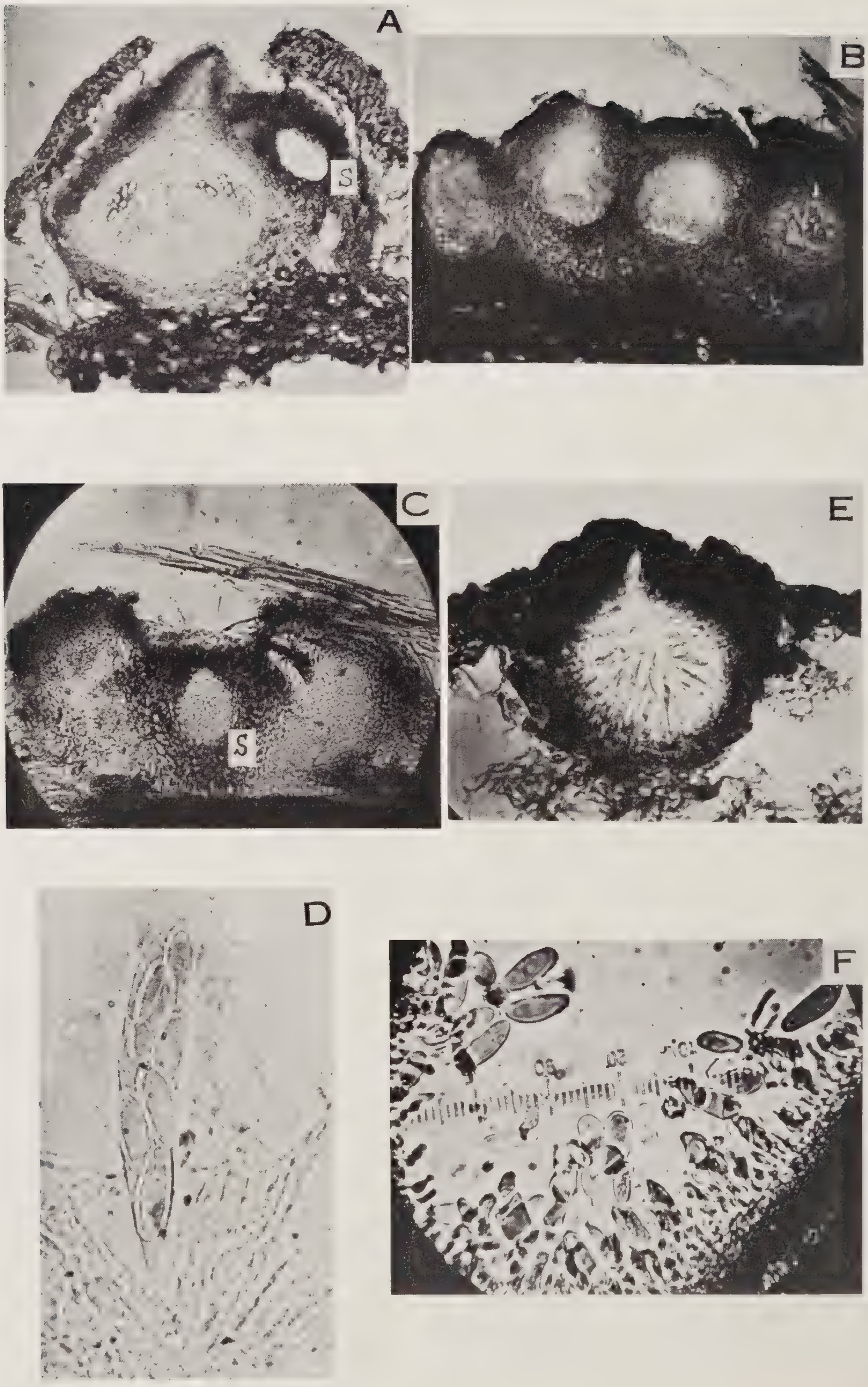
Influence of temperature upon the mycelial growth of these isolates was tested by Petri dish method using potato-sucrose agar. All isolates grew at 10°C to 30°C. The optimum temperature for growth was 25°C.

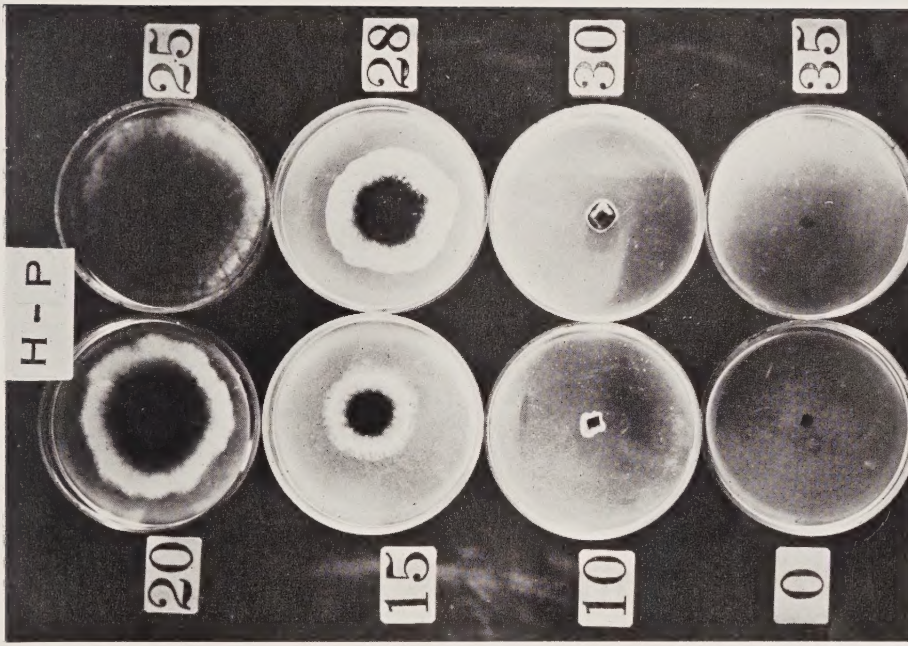
On June, 1959, shoots of *L. leptolepis* and *L. europea* were inoculated with isolates from four different sources, two from ascospore and others from pycnospore. In this experiment these four isolates showed virulence equally, and all inoculated shoots were entirely killed at the end of one month. After 80 days perithecia of *Physalospora* stage were formed on the dead inoculated shoots.

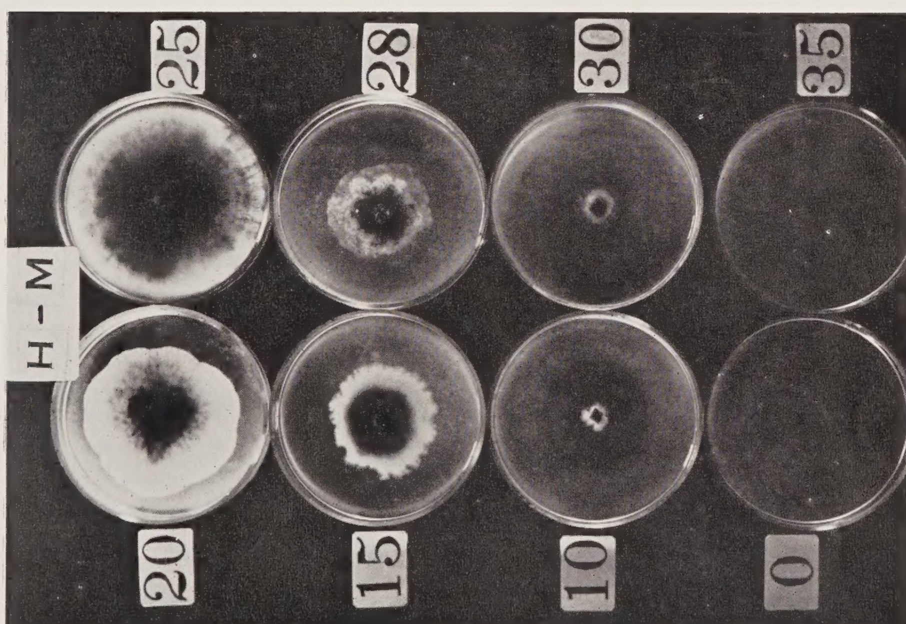
The results obtained show that the *Macrophoma* found in spring to autumn on the diseased shoots and needles is the pycnidial stage of the *Physalospora laricina* Sawada found in autumn to the following spring.


A
B
C
D
E

—Plate 2—




H - P
25
28
30
35
20
15
10
0


H - M
25
28
30
35
20
15
10
0